

SISTEM SERVER CERDAS INTERNET OF THING (IoT) UNTUK PROTEKSI KEGAGALAN FUNGSI INSTRUMENTASI PADA KONSEP KENDARAAN HIBRID

Isa Albanna¹, Amalia Anjani²

Jurusan Sistem Komputer-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya¹, Jurusan Sistem Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya²

e-mail: isaalbanna@itats.ac.id

ABSTRACT

The concept of a hybrid vehicle seeks to create a vehicle system with little energy efficiency and be able to replace fuel oil. Batteries are used as energy storage for hybrid-electric vehicles. The role of sensors in hybrid-electric vehicle instrumentation monitoring is used to avoid malfunctioning of instrumentation. In this study focused on sensing physical parameters in Battery Management System (BMS). The design of sensing system consists of temperature sensor, voltage-current sensor, rotation speed sensor and IoT-based data transmission system. MQTT method is used for data transmission which will be processed by smart server. Smart Server is designed using Single Board Computer (SBC-Raspberry Pi). Sensor data is sent over TCP / IP network with packet data format. The server computer will record, analyze and notifications. System testing performed four stages of sensor calibration, data transmission delay and intelligence algorithm intelligent system. The test results of the error rate of the three sensors (temperature, current and RPM) obtained percent of data in the sequence as follows 10%, 13% and 9%. The process of sending real-time data from the sensor to the server needs an average of about 1.4 - 5 seconds (in the Internet Service Provider network), while for local network only takes 0.5 - 0.9 seconds. The accuracy of the alarm alert notification algorithm in the monitoring system is about 80%. The intelligent server system development orientation is to create an integrated system for performance monitoring and functional failure protection that results in the safety level of users of hybrid-electric vehicles.

Kata kunci: hybrid, battery, sensor, IoT, Server, intelligence.

ABSTRAK

Konsep kendaraan hybrid berupaya untuk menciptakan sistem kendaraan dengan efisiensi energi kecil dan mampu menggantikan bahan bakar minyak. Baterai digunakan sebagai tempat penyimpanan energi pada kendaraan hybrid-listrik. Peran sensor dalam monitoring instrumentasi kendaraan hybrid-listrik perlu dilakukan untuk menghindari kegagalan fungsi kerja. Pada penelitian difokuskan pada penginderaan parameter fisis pada Battery Managemen System (BMS). Perancangan sistem penginderaan terdiri dari sensor suhu, sensor arus-tegangan, sensor kecepatan rotasi dan sistem transmisi data berbasis IoT. Metode MQTT digunakan untuk pengiriman data yang nantinya akan diolah oleh server cerdas. Server cerdas dirancang menggunakan Single Board Computer (SBC-Raspberry Pi). Data sensor dikirim melalui jaringan TCP/IP dengan format paket data. Komputer server akan merekam, menganalisa dan memberikan peringatan. Pengujian sistem dilakukan empat tahap yaitu kalibrasi sensor, jeda pengiriman data dan akurasi algoritma sistem cerdas. Hasil pengujian tingkat error ke tiga sensor (suhu, arus dan RPM) didapatkan persen data dengan urutan sebagai berikut 10%, 13% dan 9%. Proses pengiriman data real-time dari sensor menuju server di butuhkan rata-rata jeda waktu sekitar 1.4 – 5 detik (dalam jaringan Internet Service Provider), sedangkan untuk jaringan lokal hanya membutuhkan jeda waktu 0.5 – 0.9 detik. Tingkat akurasi algoritma notifikasi tanda bahaya dalam sistem monitring adalah sekitar 80%. Orientasi pengembangan sistem server cerdas adalah membentuk sistem terintegrasi sebagai monitoring performa dan proteksi kegagalan fungsi yang berujung pada tingkat keselamatan pengguna kendaraan hybrid-listrik.

Kata kunci: hybrid, baterai, sensor, IoT, Server, kecerdasan.

PENDAHULUAN

Kendaraan listrik merupakan konsep transportasi modern untuk menggeser jumlah kendaraan berbasis fosil. Pertimbangan terkait ramah lingkungan menunjang penelitian terkait kendaraan listrik semakin meningkat. Konsep *green-technology* kendaraan listrik berada pada tingkat emisi karbon dan dampak skunder pembakaran minyak bumi [1]. Inovasi yang telah dilakukan pada konsep kendaraan berbasis energi listrik mencakup beberapa bidang, diantaranya adalah manajemen baterai (BMS) [2], desain mekanik, dan sistem monitoring instrumentasi [3]. Regulasi inovasi dalam penyusunan konsep kendaraan hybrid didukung dengan adanya teknologi berbasis komputasi dan jaringan komputer [4]. Konsep rekayasa komputasi dewasa ini mengarah pada pengembangan sistem berbasis mikrokontroler dan single board PC (SBC). Salah satu bentuk inovasi telah dilakukan oleh Tauriq adalah sistem monitoring berbasis Raspberry Pi [5]. Permasalahan bidang instrumentasi-elektronika dalam implementasi kendaraan listrik adalah kegagalan fungsi kerja akibat kenaikan nilai toleransi maksimum dan kesalahan oleh pengguna [3]. Kendaraan listrik yang terdiri dari unsur mekanik dan kelistrikan, perlu dilakukan pemantauan oleh sensor secara kontinyu ketika kendaraan tersebut digunakan oleh *user*.

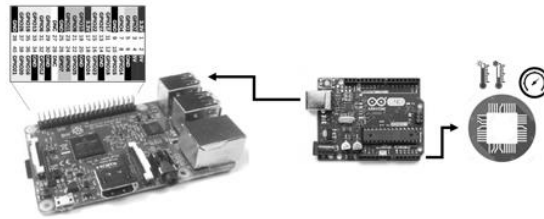
Pada penelitian ini dilakukan kegiatan perancangan sistem server cerdas berbasis Internet of Things dengan mengintegrasikan sensor, mikrokontroler, dan SBC untuk memantau kondisi fisis kendaraan listrik. Objek penelitian terdiri dari mekanik prototipe kendaraan listrik dengan sumber energi baterai Lithium (LiFePO₄) dan sistem embedded. Inovasi penelitian yang dilakukan terletak pada konsep pengiriman data multi sensor dan sistem server cerdas pada jaringan IoT. Secara umum sistem sensor akan memantau kondisi parameter fisis suhu instrumentasi, tegangan dan arus, RPM motor. Semua parameter akan direkam oleh sensor dan dilakukan komputasi menggunakan sistem embedded SBC. Hasil pemantauan dan notifikasi bahaya dikirim secara real-time melalui jaringan internet TCP/IP untuk proses distribusi pada multi *user*. Tujuan dari penelitian adalah menambahkan fitur sistem keamanan kegagalan fungsi kelistrikan pada konsep kendaraan elektrik-hybrid. Diharapkan penelitian ini mampu mengurangi dampak buruk untuk pengguna kendaraan (end user) terhadap kegagalan fungsi instrumentasi.

TINJAUAN PUSTAKA

Transmisi Data Sensor berbasis IoT

Internet of Things merupakan konsep pertukaran data dalam sebuah jaringan internet (TCP/IP) yang mendukung adanya komunikasi data machine to machine (M2M). Konsep IoT mendukung adanya pertukaran data tidak terbatas pada layer tampilan web, melainkan mampu menembus sistem web-servis dan manajemen data. Akses informasi data dalam jaringan internet dapat diperoleh dalam dua metode, yaitu memasukkan manual oleh manusia dan injeksi oleh mesin. Adanya peran mesin sebagai sistem otomatis pengambilan data, memudahkan manusia dalam mengakses beberapa teknologi. Salah satu contoh peran IoT adalah sistem mesin validasi berbasis RFID. Dalam konsep instrumentasi elektronika sistem IoT memberikan dukungan dalam pola pengaturan data. Sistem IoT dapat dibangun menggunakan perangkat yang mampu menghimpun data jaringan dan komputasi embedded [6], [7].

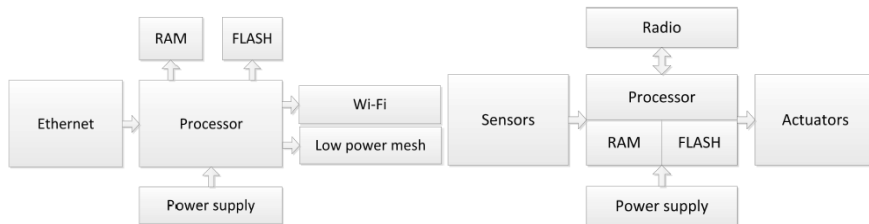
Peran sistem sensor dalam konsep monitoring adalah unit konversi nilai fisis menuju nilai elektronik. Nilai fisis sebagai contoh adalah suhu, kecepatan putar dan waktu. Integrasi sistem sensor dalam IoT membutuhkan perangkat yang mampu mengintegrasikan data melalui perangkat kaki I/O. Mikrokontroler memiliki arsitektur untuk mengolah data dan komputasi embedded untuk memilah jalur register antar koneksi perangkat. Sistem SBC raspberry pi mampu mengatur pola transmisi data antara perangkat keras, sistem intelijen dan data jaringan internet. Pola morfologi jalur komunikasi dalam sistem penunjang IoT berbasis mikrokontroler dan SBC ditunjukkan seperti pada Gambar 1, yaitu sistem instrumentasi kelola data IoT [8].



Gambar 1. Sistem instrumentasi kelola data IoT berbasis SBC dan Arduino uno [9].

Komputasi Cerdas IoT

Komputasi cerdas merupakan gabungan dari rekayasa pemrograman dan kecerdasan buatan. Kecerdasan buatan berperan sebagai unit pengaturan parameter fisis yang nantinya digunakan untuk penanganan aksi. Dalam teknologi IoT alur algoritma dikendalikan berdasarkan pola algoritma pemrograman. SBC Raspberry Pi merupakan perangkat berbasis linux yang dikembangkan dengan dasar Python. Studi kasus penggunaan raspberry pi sebagai unit pemantau sensor pH dan lingkungan telah dikembangkan oleh A.Sabiq [10]. Pada penelitiannya, dikembangkan sistem IoT dengan bantuan mikrokontroler dan wifi-low power Xbee. Alur web-server dirancang dengan SBC yang terhubung dengan jaringan internet [8]. Arsitektur komputasi perangkat keras ditunjukkan seperti pada Gambar 2, yaitu arsitektur embedded server.



Gambar 2. Arsitektur embedded-server IoT.[8]

METODE

Pengerjaan penelitian terdiri dari dua proses perancangan, yaitu perancangan mekanik dan instrumentasi elektronika-jaringan komputer.

Perancangan Mekanik

Perancangan mekanik terdiri dari instalasi prototipe kendaraan listrik dengan konsep empat roda. Desain mekanik perancangan memiliki konsep roda pendorong dan steering. Sistem steering didukung dengan join-rack ditunjukkan seperti pada Gambar 3.a, dan model roda pendorong langsung terhubung dengan poros gearbox ditunjukkan seperti Gambar 3.b. Kombinasi gear box mendukung dari kinerja torsi yang dihasilkan oleh motor.



(a)

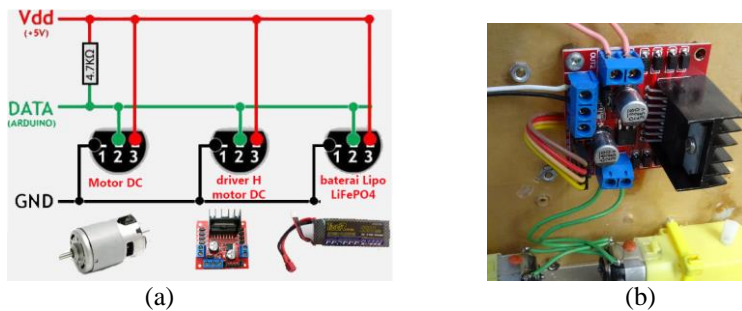


(b)

Gambar 3.a) Desain mekanik dengan model 4 roda, b) pemasangan gear box dan motor DC.

Sistem Elektronika

Elektronika penyusun sistem monitoring secara umum terdiri dari sensor, mikrokontroler dan SBC Raspberry pi. Proses monitoring digunakan tiga macam sensor, yaitu sensor DS18B20, sensor ACS712 dan sensor rotari encoder optik. Sensor DS18B20 berperan dalam mengetahui suhu baterai, motor dan sistem pensaklaran motor (driver Switch). Proses monitoring suhu dilakukan pada tiga jenis instrumentasi, karena ketika sistem kendaraan aktif, akan menghasilkan panas. Diagram peletakan sensor pada seluruh sistem ditunjukkan pada Gambar 4, skema instalasi sensor suhu DS18B20-dallas.



Gambar 4. a) instalasi pemasangan sensor suhu pada instrumentasi, b) pendingin sirip pada pensaklaran motor DC

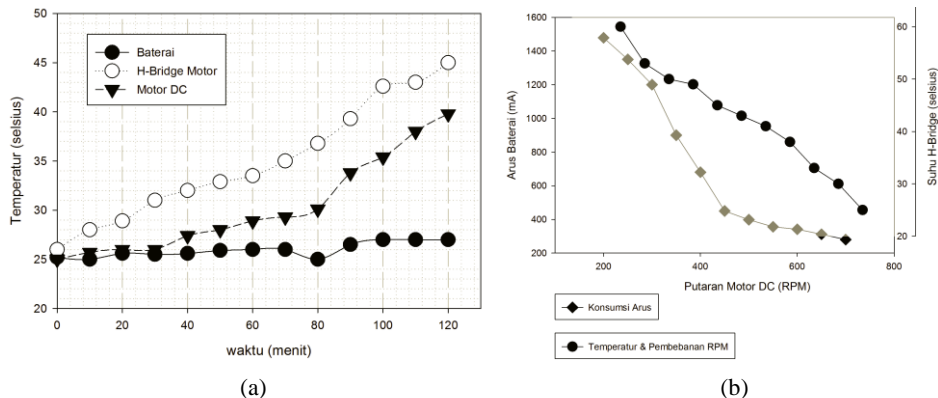
Pengolahan data sensor ACS712 digunakan penguat diferensial untuk mengatur kestabilan tegangan analog pembacaan. Luaran sensor arus ACS712 terhubung dengan kaki mikrokontroler Arduino Uno dengan port-ADC 10bit. Sistem sensor kecepatan putar, digunakan cakram optik untuk melihat besar RPM roda.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Monitoring Data Suhu Instrumentasi

Proses pengambilan data temperatur dilakukan pada tiga instrumentasi, yaitu baterai, *H-Bridge* motor, dan motor DC. Ketiga instrumentasi tersebut memiliki karakteristik panas yang bergantung parameter waktu dan perlakuan. Hasil pengujian ditunjukkan seperti pada Gambar 5.a, yaitu grafik pengujian temperatur oleh sensor DS18B20. Sensor tersebut menggunakan jalur one-wire komunikasi yang ditunjukkan oleh Gambar 4.a, sehingga jalur data multi sensor dapat dilewatkan dalam satu instalasi kabel. Proses pengukuran suhu dilakukan pada tingkat permukaan (surface) [11]. Metode tersebut merujuk pada penelitian yang telah dilakukan oleh Richard, yaitu pengukuran suhu permukaan bangunan. Hasil uji pergeseran nilai toleransi pengukuran sensor didapatkan kisaran nilai 10% dari acuan alat ukur standart (termometer digital). Dari hasil grafik Gambar 5.a, terlihat laju kenaikan temperatur dipengaruhi lama penggunaan instrumentasi tersebut. Laju perubahan panas, terlihat cukup besar terjadi pada motor DC dan *H-Bridge* motor. Kedua instrumentasi tersebut merupakan aktuatur yang selalu dilewati arus listrik besar, sehingga terdapat kenaikan panas yang cukup tinggi.

Hasil pengukuran pada baterai menunjukkan adanya kestabilan kenaikan suhu. Baterai yang digunakan pada pengujian adalah tipe LiPo (LiFePO₄) 2.200mAh 10C dan daya pelucutan hingga 25-35C. Untuk pengujian yang dilakukan digunakan sistem sinyal kontinyu pada motor tipe sikat (brush-motor DC). Pada pengujian baterai diambil pada titik dibawah 0.5C untuk mencegah timbulnya udara dielektroda baterai. Dampak timbulnya gas, menyebabkan baterai cepat panas dan rusak. Hasil pengukuran suhu dan konsumsi baterai terhadap pembebanan mekanik motor, dilakukan dengan memberikan pengereman pada roda. Ketika putaran motor terbebani, akan didapatkan pola kenaikan konsumsi arus dan temperatur motor DC. Kenaikan konsumsi arus dilakukan untuk mempertahankan torsi motor dengan kendali mikrokontroler. Hasil pengujian ditunjukkan seperti pada Gambar 5.b, yaitu pengujian. Proses kalibrasi sensor Arus didapatkan nilai toleransi sekitar 13% dan untuk sensor encoder-RPM toleransi pengukuran adalah 9%.



Gambar 5. a) laju perubahan temperatur daribaterai-H Bridge dan motor DC, b) korelasi panas dan konsumsi arus baterai terhadap pembebanan mekanik motor.

Manajemen Data Server IoT

Aliran data dari seluruh sensor akan ditampung dalam data base server berbasis SBC. Server bertugas mengolah data dan memberikan notifikasi kepada user ketika terjadi kenaikan nilai temperatur kritis instrumentasi. Pada studi kasus penelitian, dilakukan pembatasan temperatur baterai sekitar 60-70°C ; instrumentasi *H-Bridge* sekitar 120°C dan motor DC 100°C. Ketika parameter kritis terlewati, maka sistem kecerdasan buatan akan memberikan notifikasi pesan email kepada pengguna. Jedah pengiriman email dipengaruhi oleh jaringan ISP yang digunakan. Hasil pengujian pengiriman data berupa string “kondisi bahaya %suhu_baterai, %suhu_H-Bridge, %suhu_motor_DC” didapatkan jedah kisaran 1.4 – 5 detik untuk jaringan berbasis internet ISP. Pengujian juga dilakukan pada jaringan lokal dan didapatkan jedah pengiriman sekitar 0.5 - 0.9 detik. Akurasi pengiriman data notifikasi didapatkan nilai sekitar 80% dari 100 kali pengujian data. Kegagalan transmisi email disebabkan dua hal, yaitu faktor interkoneksi perangkat jaringan dan adanya data yang saling overlap didalam pemrosesan SBC. Overlap data terjadi akibat penumpukan frame fusebit pada web-server. Sebagai solusi dalam penelitian, maka dilakukan manajemen parity pembatas string. Data akan dikirim berdasarkan frame-informasi yang nantinya diterjemahkan oleh web browser komputer *client*.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari serangkaian penelitian adalah sistem server cerdas berbasis sistem embedded IoT dapat bekerja untuk proses perekaman data multi sensor, pengolahan data hingga proses notifikasi. Proses notifikasi berupa tanda bahaya dapat dilakukan oleh sistem dengan batasan nilai untuk masing-masing instrumen (baterai;H-Bridge,Motor DC) adalah sekitar 60-70C; 120C dan 100C. Proses jedah pengiriman data pada jaringan ISP adalah 1.4-5 detik. Pengiriman data pada jaringan lokal didapatkan delay sekitar 0.5-0.9 detik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan Kementrian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi yang memberikan pendanaan dalam hibah penelitian PDP (Nomor : 120/SP2H/LT/DRPM/IV/2017 Tanggal 3 April 2017)

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Khajepour, M. S. Fallah, and A. Goodarzi, *Electric and hybrid vehicles: technologies, modeling, and control: a mechatronic approach*. Chichester, West Sussex, United Kingdom: John Wiley & Sons, Inc, 2014.
- [2] D. Anseán, M. González, J. C. Viera, J. C. Álvarez, C. Blanco, and V. M. García, "Evaluation of LiFePO₄ batteries for Electric Vehicle applications," in *2013 International Conference on New Concepts in Smart Cities: Fostering Public and Private Alliances (SmartMILE)*, 2013, pp. 1–8.
- [3] X. Xu, T. Chen, and M. Minami, "Intelligent fault prediction system based on internet of things," *Comput. Math. Appl.*, vol. 64, no. 5, pp. 833–839, Sep. 2012.
- [4] S. Ferdoush and X. Li, "Wireless Sensor Network System Design Using Raspberry Pi and Arduino for Environmental Monitoring Applications," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 34, pp. 103–110, 2014.
- [5] T. D. Permana, "Sistem Monitoring Menggunakan Mini PC Raspberry Pi," *Tek. Komput.*, vol. Volume 03 No. 1, Nov. 2015.
- [6] J. Höller, Ed., *From machine-to-machine to the Internet of things: introduction to a new age of intelligence*. Amsterdam: Elsevier Academic Press, 2014.
- [7] "Wiley: Internet of Things and Data Analytics Handbook - Hwaiyu Geng." [Online]. Available: <http://www.wiley.com/WileyCDA/WileyTitle/productCd-1119173647.html>. [Accessed: 11-Jun-2017].
- [8] C. P. Kruger and G. P. Hancke, "Benchmarking Internet of things devices," in *2014 12th IEEE International Conference on Industrial Informatics (INDIN)*, 2014, pp. 611–616.
- [9] G. Hart-Davis, *Deploying Raspberry Pi in the classroom*. California: Apress/Springer Science+Business Media Finance, 2017.
- [10] A. Sabiq and P. N. Budisejati, "Sistem Pemantauan Kadar pH, Suhu dan Warna pada Air Sungai Melalui Web Berbasis Wireless Sensor Network," *J. Teknol. Dan Sist. Komput.*, vol. 5, no. 3, p. 94, Jul. 2017.
- [11] R. Slávik and M. Čekon, "Study of Surface Temperature Monitoring in the Field of Buildings," *Procedia Eng.*, vol. 161, pp. 1135–1143, 2016.